ENTWICKLUNG EINER SEKTIONSTECHNIK AM INNENOHR VON HAUSSÄUGETIEREN ZUR DARSTELLUNG DER GANGLIA VESTIBULARE, GENICULI UND SPIRALE COCHLEAE

von

Sabine Cüppers

München 1984

Herstellung: PROFI DRUCK GmbH

Aus dem Institut für Tierpathologie
der Universität München
Lehrstuhl für Allgemeine Pathologie und Neuropathologie
Professor Dr. Erwin Dahme

und aus dem

Institut für Tieranatomie der Universität München
Lehrstuhl für Tieranatomie I, insbesondere
Systematische und Topographisch- klinische Anatomie
Professor Dr. Bernd Vollmerhaus

Arbeit angefertigt unter Leitung von
Professor Dr. Erwin Dahme
und
Professor Dr.Dr.habil. Horst Erich König

ENTWICKLUNG EINER SEKTIONSTECHNIK AM INNENOHR VON HAUSSÄUGETIEREN ZUR DARSTELLUNG DER GANGLIA VESTIBULARE, GENICULI UND SPIRALE COCHLEAE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Sabine Cüppers
aus Köln

München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. W. Leidl

Referent: Professor Dr. E. Dahme

Korreferent: Professor Dr. A. von den Driesch

Tag der Promotion: 27. Juli 1984

Meiner Patentante Frau Gretel Flury

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG 1

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Ggl. vestibulare 3

2. Ggl. geniculi 7

3. Ggl. spirale cochleae 9

III. ANATOMIE

1. Ggl. vestibulare 11

2. Ggl. geniculi 14

3. Ggl. spirale cochleae 14

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material und Methodik 15

2. Sektionstechnik

2.1. Ggl. vestibulare 17

2.2. Ggl. geniculi 19

2.3. Ggl. spirale cochleae

2.3.1. Hund 22

2.3.2. Katze 23

2.3.3. Pferd 25

2.3.4. Rind 30

2.3.5. Schwein 31

V. DISKUSSION

1. Ggl. vestibulare 36

2. Ggl. geniculi 37

3. Ggl. spirale cochleae 38

VI. ZUSAMMENFASSUNG 40

VII. SUMMARY 42

VIII. LITERATURVERZEICHNIS 44

I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Eine fortschreitende Verfeinerung pathologisch - morphologischer Diagnoseverfahren setzt nicht zuletzt auch für die Neuropathologie laufend neue Maßstäbe. Insbesondere stellt die differenzierte Betrachtungsweise peripherer Bereiche des Gesamtnervensystems hohe histotechnische Anforderungen an den Diagnostiker. Hierbei sind u.a. für die routinemäßige Erfassung der Ganglien bestimmter (afferenter) Hirnnerven erhebliche präparatorische Hindernisse zu überwinden, so z.B. bei der Gewinnung der unversehrten Ganglien des N. trigeminus (Ggl. GASSERI), des N. intermediofacialis (Ggl. geniculi), des N. cochlearis (Ggl. spirale), des N. vestibularis und des N. glossopharyngeus. Der Anspruch auf eine diagnostische Einbeziehung solcher Ganglien in die neurohistologische Befunderhebung stellt sich zum einen im Hinblick auf die differentialdiagnostische Abklärung angeborener bzw. hereditärer Defekte, dies insbesondere in Vestibularis- und Cochlearisbereich, zum anderen in Hinblick auf infektionspathologische Fragestellungen. So spielen z.B. neurogene Erregerausbreitungen bei viralen (Herpes!) wie bakteriellen (Listerien!) Infektionen eine ganz entscheidende Rolle für den jeweiligen Krankheitsverlauf und darüberhinaus für das Problemfeld "Ganglioneuritis" bzw. "Radiculoneuritis".

Aufgabe der vorliegenden Inaugural-Dissertation war es daher, für die wichtigsten Haussäugerspezies spezielle Sektionsprogramme zu entwickeln, die eine optimale Präparation des Ggl. geniculi, des Ggl. vestibulare und des Ggl. cochleare (spirale) im Rahmen der neuropathologischen Routinediagnostik erlauben.

Wie aus der nachfolgenden Literaturübersicht zu ersehen ist, ist bisher noch keine Sektionsanleitung speziell für das Ggl. vestibulare und das Ggl. geniculi entwickelt worden. Wegen ihrer Lage im Felsenbein sind diese Ganglien wenig zugänglich und gelangen deshalb nur selten zur histologischen Untersuchung. Die Cochlea wird im allgemeinen häufiger, jedoch keineswegs in einem zweckdienlichen Umfang, untersucht. In der Regel wird sie dabei im Felsenbein belassen und erst nach langer Vorbehandlung (Fixierung, Entkalkung) zur histologischen Untersuchung gebracht.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Ggl. vestibulare

Das Ggl. vestibulare war schon Mitte des 19. Jahrhunderts Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen; allerdings lag der Schwerpunkt dieser Arbeiten ausschließlich auf der makroskopischen und mikroskopischen Anatomie des N. vestibularis und nicht auf einer Sektionsanleitung desselbigen.

Nach HYRTL (1860) "reicht die Eröffnung des Meatus auditorius internus hin, um den Verlauf des N. acusticus und seine am Grunde des Meatus statthabende Teilung in den N. cochleae und N. vestibularis aufzudecken." Das Ggl. vestibulare erwähnt er dabei nicht. Ebenfalls wurden keine Angaben über dieses Ganglion in RETZIUS' Veröffentlichungen (1881/1884) gefunden. Er unterscheidet lediglich eine Teilung des N. acusticus in zwei Hauptäste, wie auch HENLE (1866), HYRTL (1860) und QUAIN (1867) es bereits vor ihm in deskriptiven anatomischen Schriften darlegten.

FLOURENS hatte schon 1842 nachgewiesen, daß der "N. vestibuli ein selbständiger von dem N. cochleae schon an seinem Ursprung getrennt und von ihm in seinem Bau verschiedener Nerv ist." HORBACZEWSKI (1875) endlich erwähnt das Ggl. vestibulare. Er schreibt... "der N. vestibuli hat zwar kein für das blosse Auge deutlich entwickeltes Wurzelganglion, aber es gleicht doch anatomisch den sensiblen Wurzeln der Spinal- und

Hirnnerven darin, daß Ganglienkugeln in seinen dikken und durch sie geschwellten Stamm eingestreut sind, wie es scheint in ähnlicher Verbindung wie in den Spinalganglien, nur daß sie nicht so an einem Ort gesammelt sind, um einen für das blosse Auge sichtbaren Knoten zu bilden."

DENKER (1899) gibt in seinen vergleichend anatomischen Untersuchungen über das Gehörorgan der Säugetiere eine exakte Beschreibung des Meatus acusticus internus ohne jedoch auf den Verlauf des N. vestibularis einzugehen. Erst ALEXANDER (1901) hat bei verschiedenen Säugern das Ggl. vestibulare untersucht und auch eine Beschreibung der Präparationstechnik gegeben. Bei der Entnahme seiner Präparate wurden der N. facialis und der "N. acusticus" möglichst nahe der Hirnoberfläche durchgeschnitten, anschließend fixiert, entkalkt, gehärtet und Schnittserien angefertigt. Seinem Ergebnis zufolge sind beide Ganglia, d.h. das Ggl. vestibulare superior und das Ggl. vestibulare inferior durch die Crista transversa voneinander getrennt. So kommt das obere Ganglion über und vor die Crista, das andere unter und hinter diese zu liegen. Außerdem hat er einen Nervenfaserzug wie auch ARNOLD (1831), VALENTIN (1839), KRAUSE (1876) und CANNIEU (1891) ihn gesehen haben, nachgewiesen, der sich vom Ggl. vestibulare superius in das Ggl. geniculi verfolgen läßt.

YOSHII (1909) wendet ebenfalls das Verfahren an, die

Felsenbeine zu fixieren (dabei wurden beide Schläfenbeine im Zusammenhang gelassen und Gehirn und Rückenmark nicht herausgenommen), zu entkalken und in Serienschnitte zu zerlegen.

Genaue Angaben über die Anatomie und Physiologie des Ggl. vestibulare kann man der Arbeit von BOVERO (1914) entnehmen, jedoch fehlt auch hier eine Entnahme-Technik. Erst 1925 entwickeln ALEXANDER und FISCHER eine Präparationstechnik des Gehörorgans beim Menschen, auch am nicht entkalkten Objekt. Da bezüglich des N. vestibularis mit seinem Ganglion ähnliche Verhältnisse vorliegen wie beim Tier, wird hier kurz zitiert:..."Knapp unter dem N. facialis verläuft der obere Labyrinthnerv (N.utriculi-ampullaris entspricht der Pars superior n. vestibularis) mit dem Ggl. labyrinthicum superius (entspricht dem Ggl. vestibulare superior). Er kann unter vorsichtigem Absprengen des Knochens und Eröffnung des Labyrinthes bis in die Macula utriculi und die Crista der beiden vorderen Ampullen verfolgt werden. Unter dem N. utriculo-ampullaris sieht man den N. ampullaris inferior und den N. saccularis, die sich zum N. sacculoampullaris zusammenschließen und mitunter (nicht immer makroskopisch zu sehen) das Ggl. labyrinthicum inferius, das dem Ggl. vestibulare inferior entspricht."

In der Veröffentlichung von ECKERT-MÖBIUS (1926) gestaltet sich die Verarbeitung der menschlichen und tierischen Schläfenbeine folgendermaßen: 1. Fixieren,

2. Entkalken (vier Wochen beim Tier), 3. Entsäuern, 4. Wässern, 5. Zurechtschneiden - auf die Schnittführung wird in der Literaturübersicht des Ggl. spirale cochleae näher eingegangen -, 6. Entwässern und Einbetten in Zelloidin, 7. Aufblocken. Die hier angegebene Methode der Fixierung, Entkalkung und Einbettung ist nach ECKERT-MÖBIUS (1926) zwar ziemlich langdauernd, dafür aber auch sehr zuverlässig. Für feinere normal- und pathologisch- histologische Untersuchungen der Nervenstämme und ihrer Ganglia beim Tier wie beim Menschen zeigt diese Art der Untersuchung der Schläfenbeine zwei durch die Größe der Organstücke bedingte Übelstände: die unvermeidliche, beträchtliche Dicke der Schnitte (15-30 µm) und die Beeinträchtigung einzelner Nervenfärbungen durch die lange Einwirkung starker Säuren während der Entkalkung; zu deren Vermeidung empfiehlt WITTMAACK (1904) folgendes Verfahren: "Nach vorheriger Fixierung beider Schläfenbeine im ganzen werden einem derselben die einzelnen Nervenstämme mit den zugehörigen Ganglien herauspräpariert und isoliert untersucht. Es gelingt mit einiger Sorgfalt ohne große Schwierigkeiten durch Wegnahme der oberen Wand des inneren Gehörganges den N. vestibularis bis zu seinem Durchtritt durch die verschiedenen Knochenkanäle (also einschließlich seines Ganglions) herauszupräparieren." Genauere Schnittführungen wurden hier nicht gegeben.

BLAUCH und STRAFUSS (1974) haben in ihren Untersuchungen am Hund über die Beziehung zwischen dem N. facialis und N. vestibulocochlearis im Os petrosum eine genaue Topographie dieser beiden Nerven mit ihren Ganglia gegeben. In ihrer Darstellung bedienen sie sich jedoch wie auch die vorher erwähnten Autoren der langwierigen Entkalkungsmethode, auf die nicht noch einmal eingegangen werden soll.

2. Ggl. geniculi

Über die Entnahme des Ggl. geniculi zur histologischen Untersuchung gibt es keine befriedigenden Angaben: DENKER (1899) gibt zwar ausführliche Beschreibungen des Canalis facialis für die einzelnen Tierspezies an Hand von Knochenschnitten durch das Felsenbein, jedoch fehlen Angaben einer Möglichkeit, das Ggl. geniculi darzustellen. So schreibt er z.B. über den Canalis facialis beim Rind: "Der Canalis Fallopii verläuft nach seinem Austritt aus dem Meatus auditorius internus zunächst in der Horizontalebenen direkt nach vorn und ganz wenig nach aussen und biegt dann in spitzem Winkel zu seiner Anfangsrichtung nach hinten aussen um." Für das Schwein gibt er an: "Der N. facialis ändert, gleich nachdem er sich im Fundus von dem Ramus superior getrennt hat, seine Richtung und biegt unter einem Winkel von ca. 90° von seinem anfänglichen Verlauf nach hinten aussen ab."

Nach SEIFERLE (1975) und ELLENBERGER/BAUM (1943) liegt in der von DENKER (1899) beschriebenen Umschlagstelle des Canalis facialis das Ggl. geniculi. COHRS (1923) liefert für das Pferd eine genaue Beschreibung des Canalis facialis. Für das menschliche Ohr wird von ALEXANDER und FISCHER (1925) folgende Präparationstechnik des Gehörorgans beschrieben: sie empfehlen die Fixation des Gehörorgans im Zusammenhang mit dem in situ belassenen Kleinhirn und verwerfen alle Methoden vor der Fixation, bei welchen auch Meißelarbeit verwendet wird. Bei den Tierspezies wird die Fixation des Gehörganges durch die Eröffnung der Bulla tympanica von ventral her erleichtert. Vor der Darstellung des Ggl. geniculi soll die Dura mater am Porus acusticus internus vorsichtig umschnitten werden, bevor man die übrigen Duraabschnitte entfernt, da sonst die Nerven des inneren Gehörganges abreißen können. Am nicht entkalkten Objekt werden die Nerven durch Abtragung der oberen Wand des inneren Gehörganges bloßgelegt: man stößt zuerst auf den N. facialis und unter weiterer Bloßlegung des N. facialis bzw. Abtragung des Knochens in peripherer Richtung auf das Ggl. geniculi. Auch WITTMAACK (1904) schreibt wie im vorigen Kapitel bereits auch für das Ggl. vestibulare erwähnt, daß sich am fixierten (jedoch nicht entkalkten) Felsenbein der N. facialis durch Wegnahme

der oberen Wand des inneren Gehörganges bis zu seinem Knie herauspräparieren läßt.

3. Ggl. spirale cochleae

Die Frage, ob und wie weit der Präparationsblock zur Entnahme der Cochlea vor der Fixation verkleinert und ob und an welchen Stellen die Innenohrräume vor der Fixation eröffnet werden sollen, ist in der Literatur verschieden beantwortet: So haben RANVIER (1865) und RETZIUS (1881/1884) für histologische Untersuchungen die Schnecke vor der Fixation eröffnet, während MANASSE (1917) empfiehlt, alle Manipulationen am Felsenbein vor der Fixation möglichst zu unterlassen und erst nach der Entkalkung und Nachhärtung des Blockes diesen rechteckig zuzuschneiden. Auch ALAGNA (1909) hält für die mikroskopische Untersuchung des Gehörorgans eine Entkalkung für unerläßlich. Er wählt dabei eine Flüssigkeit, welche gleichzeitig als Fixierungs- und Entkalkungsmittel wirkt.
COHRS (1928) hat bei seinen Studien über das Innenohr des Pferdes folgende Technik angewendet, um Präparate für die mikroskopische Untersuchung bzw. zur topographischen Orientierung zu erhalten; er schreibt, daß "die Schneckenachse ventrolateral und oral gerichtet ist. Sie wird getroffen durch eine Schnittfläche, die senkrecht zur medialen Felsenbeinfläche in folgender Richtung angelegt wird:

Eingang zum Canalis petrosus - Mitte des Tractus spiralis foraminosus - Knochendorn an Apertura externa aquaeductus vestibuli, oder senkrecht zur lateralen Fläche der Pars petrosa in der Richtung - Eingang zum Canalis petrosus - lateraler Rand des Foramen rotundum." Die Schnitte wurden an herausgelösten, fixierten und entkalkten Felsenbeinen angelegt.

Eine genaue Schnittführung für alle Tiere geben ECKERT und MÖBIUS (1926) an. Ihre Methode, das Innenohr für die histologische Untersuchung zu entnehmen ist folgende: nach der Entkalkung des herausgesägten Felsenbeins wird ein Schnitt senkrecht zur Schädelbasis in einem nach vorn außen offenen Winkel von 45° zur Felsenbeinachse geführt, der die Basalwindung der Schnecke in der Gegend des runden Fensters eröffnet. Anschließend wird das Präparat entwässert und in Zelloidin eingebettet.
BOSHER und HALLPIKE (1964) machten Beobachtungen bezüglich Entwicklung und Pathogenesis der Degenerationen am Innenohr der schwerhörigen weißen Katze. Ihre Technik, das Innenohr zu entnehmen, bestand darin, das Os temporale, Kleinhirn und Hirnstamm "en bloc" zu entfernen, in WITTMAACK's Lösung und anschließend in 10 %igem Formalin zu fixieren. Es folgt die Entkalkung in 1 %iger Nitritsäure und Aqua dest., Einbettung in Zelloidin und schließlich die Anfertigung einer Schnittserie.

III. ANATOMIE

1. Ggl. vestibulare (Abb. 1)

Der rein sensorische N. vestibulocochlearis entspringt mit zwei Wurzeln, einer Radix vestibularis und einer Radix cochlearis, kaudal des N. intermediofacialis aus dem verlängerten Mark und zieht lateralwärts zum Porus acusticus internus (SEIFERLE 1975). Im inneren Gehörgang trennen sich die beiden Anteile und treten als Pars vestibularis und Pars cochlearis ins Innenohr ein.

Die Pars vestibularis teilt sich im Fundus des Meatus acusticus internus ihrerseits in zwei Äste: eine Pars superior und eine Pars inferior, die jeweils einen Anteil des Ggl. vestibulare enthalten. Zum besseren Verständnis sei hier noch einmal der schädelhöhlenseitige knöcherne Eingang zum Innenohr beschrieben: der Porus acusticus internus führt in den Meatus acusticus internus mit seinem Fundus meatus acustici interni. Beim Schwein stellt sich dieser als kaudobasal zusammengedrückter, bei Hund und Katze als horizontal abgeplatteter Spalt dar.

Im gehörgangsgrund erhebt sich eine Crista transversa, die beim Pferd und Rind von vier Öffnungen umgeben ist(Abb. 1): rostral und dorsal von dem Zugang zum Canalis facialis(a), rostral und ventral von der Area cochleae(b) für den Durchtritt der Äste des Gehörnerven zur Schnecke.

Im kaudalen Abschnitt des Meatus acusticus internus finden sich die Area vestibularis superior(c) et inferior(c'), durch die die beiden Äste des Gleichgewichtsnerven zum Vorhof des Innenohres ziehen. Hier geben beide Teile mehrere kleine Zweige ab, welche die Cristae ampullares und die Maculae utriculi und sacculi mit sensorischen Fasern versorgen (NICKEL/WILLE 1977, SEIFERLE 1975).

Abb. 1 Schematische Darstellung
Linkes Felsenbein des Pferdes mit dem Porus acusticus internus, Ansicht von medial

a Zugang zum Canalis facialis

b Area cochleae

c , c' Area vestibularis superior et inferior

Abb. 2a

N. intermediofacialis
N.vestibulocochlearis

Abb. 2b

Abb. 2a Schematische Darstellung - Basis des Rinderschädels

Abb. 2b Ausschnitt von Abb. 2a; der Pfeil deutet auf die Lage des Ggl. geniculi hin

2. Ggl. geniculi (Abb. 2a, 2b)

Der N. intermediofacialis entspringt eng benachbart mit dem N. vestibulocochlearis am hinteren Rand der Brücke aus der Medulla obl ngata und zieht mit diesem direkt zum Meatus acusticus internus, wo er durch den Introitus canalis facialis in den Fazialiskanal des Felsenbeins eintritt. Im Canalis facialis bildet er das periphere Fazialisknie, Geniculum n. facialis, wo in Form einer Verdickung das Ggl. geniculi eingebaut ist. Hier zweigen der N. petrosus major und die Chorda tympani ab, während der N. facialis das Felsenbein durch das Foramen stylomastoideum verläßt (SEIFERLE 1975). Das Ggl. geniculi stellt das sensible Ganglion des N. intermediofacialis dar. Mindestens ein Teil der Geschmacksfasern, nämlich jene aus den vorderen zwei Dritteln der Zunge, werden ihm über den N. lingualis und die Chorda tympani zugeleitet und von dort dem verlängerten Mark übermittelt.

3. Ggl. spirale cochleae

In der Literatur SEIFERLE (1975) treten die Fasern des N. cochlearis nach Passieren der Area cochlea des Meatus acusticus internus als kräftiger, strickartig, spiralig gedrehter Nervenstrang axial in die Schneckenspindel ein und teilen sich hier, entsprechend dem Verlauf der Lamina spiralis ossea radiär und fächerförmig in markhaltige Fasern und Faserbündel auf. Diese Nervenfasern sind die zentralen

Neuriten bipolarer Ganglienzellen, die als Einzelzellen oder Zellgruppen im Canalis spiralis modioli liegen und als Ganzes das Ggl. spirale cochleae verkörpern. Während die zentralen Neuriten als Fasern des Ramus cochlearis n. vestibulocochlearis gesammelt und gehirnwärts geleitet werden, entsendet das Ggl. spirale cochleae seine peripheren Fortsätze zum Cortischen Organ des Schneckenganges.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Material und Methodik

Zur Untersuchung gelangten siebzig Köpfe von Tieren, die in das Institut für Tierpathologie eingeliefert wurden. Das Material für alle Untersuchungen bestand ganz unterschiedlich aus frischen oder aus maximal zwei Tage alten Präparaten, die aber bis zur Sektion im Kühlraum bei + 2°C gelagert wurden. Hierzu sei erwähnt, daß nach ALEXANDER und FISCHER (1925) auch sechs bis acht Tage alte Präparate noch histologisch verarbeitet werden können, wenn lediglich gröbere Veränderungen diagnostiziert werden sollen.
Von Hund und Katze wurden von allen Altersgruppen, d.h. von Tieren im Alter von sechs Wochen bis zu zwölf Jahren, Köpfe präpariert, wobei die Sektionstechnik des Ggl. vestibulare und geniculi immer die gleiche blieb. Lediglich beim Ggl. spirale cochleae ergeben sich hinsichtlich der Sektionsanleitung

Unterschiede, die später noch erwähnt werden.-- Auch bei den übrigen Tierspezies wurden bei der Auswahl der Präparate keine altersspezifischen Kriterien zu Grunde gelegt. Zur topographischen Orientierung wurden einige Knochenpräparate hergestellt. Die Köpfe wurden zu diesem Zwecke mazeriert, entfettet, gebleicht und gesägt (Abb. 5-17).
Bei den Frischpräparaten wurde das Gehirn so entnommen, daß der VII. und VIII. Gehirnnerv möglichst gehirnnah durchtrennt wurde. Ihr größter Abschnitt verblieb dabei am Porus acusticus internus. Für den Erfolg der Präparation der drei Ganglien ist das Einlegen der Köpfe in 5 %iges Formalin für drei Tage ausreichend. Vor der Präparation sollen die Präparate allerdings ausgiebig gewässert werden.
Von einem Kalb und einem Hund wurde das Ggl. vestibulare ohne vorherige Fixation in Formalin entnommen, jedoch ist das Nervengewebe im frischen Zustand von extrem weicher Konsistenz und bei den kleineren Tierspezies wegen der unübersichtlichen anatomischen Verhältnisse außerordentlich schwer zu präparieren, so daß bei allen folgenden Versuchen erst nach der Fixierung weitere Manipulationen vorgenommen wurden.
Sollen von einem Innenohr alle drei Ganglien entnommen werden, so ist zunächst das Ggl. vestibulare, anschließend das Ggl. geniculi und zuletzt die Cochlea zu entnehmen.

Die Weiterverarbeitung der Cochlea erfolgte durch 14 - tägige Entkalkung, auf die Färbung und Schnitttechnik soll hier nicht weiter eingegangen werden, da es den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde.

2.Sektionstechnik

2.1. Ggl. vestibulare (Abb. 3)

Wie im anatomischen Teil bereits erwähnt, liegt das Ggl. vestibulare im Fundus des Meatus acusticus internus.

Nach dreitägiger Fixierung in Formalin und anschliessendem Wässern des Präparates für ca. zwei Stunden wird die Dura mater um den Porus acusticus internus vorsichtig durchtrennt. Dann wird der rostral gelegene N. intermediofacialis, der gemeinsam mit dem N. vestibulocochlearis in den Meatus acusticus internus zieht, von letzterem mit einer Pinzette stumpf getrennt. Nun ist es möglich mit einem scharfen Löffel, wie sie auch in der Augenchirurgie verwendet werden (bei Hans Geuder: Chalazionlöffel n. Meyhöfer), den N. vestibularis mit seinem Ganglion herauszuschälen. Diese Technik erlaubt allerdings nicht eine getrennte Darstellung der Pars superior bzw. Pars inferior des N. vestibularis. Das Ziel dieser Arbeit ist jedoch auch eine routinemäßige Sektionstechnik zu entwickeln und nicht den anatomischen Verlauf des N. vestibularis mit seiner Teilung darzustellen,wie es nach der Technik von BLAUCH und STRAFUSS (1974)

möglich wäre.

In jedem Fall ist darauf zu achten, daß der verwendete Löffel scharf und etwas kleiner als der Porus acusticus internus ist. Das Durchtrennen des Nerven wird so durch eine einzige Drehbewegung möglich, Quetschmanipulationen und damit die Zerstörung des Präparates werden vermieden.

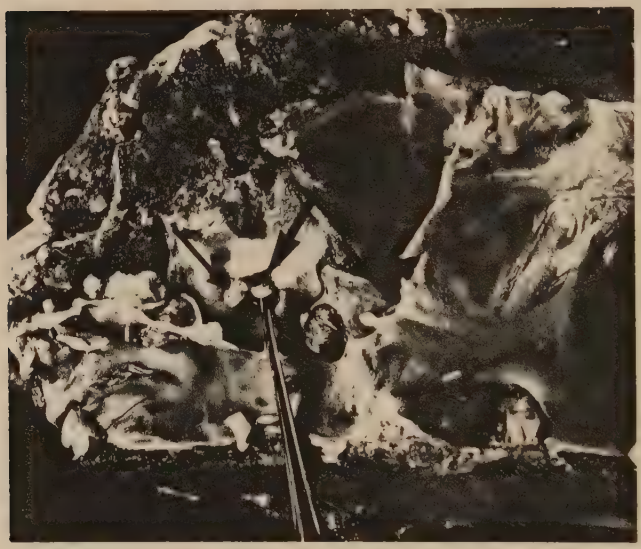

Abb. 3: Linke Kopfhälfte eines Kalbes, Ansicht von medial, 2/3 nat.Gr. Dicker Pfeil weist auf den rostral gelegenen N. intermediofacialis hin, der dünne Pfeil auf den N. vestibulocochlearis.

Stichwortartige Sektionsanleitung für das Ggl. vestibulare

1. Gehirnentnahme, Stümpfe des VII. und VIII. Gehirnnerven möglichst gehirnnah absetzen.
2. Fixieren in 5 %igem Formalin, drei Tage lang.
3. Durchschneiden der Dura mater um den Porus acusticus internus.
4. Stumpfes Trennen des N. intermediofacialis vom N. vestibilocochlearis.
5. Herausschälen des Ggl. vestibulare.

2.2. Ggl. geniculi (Abb. 4;5)

Das Ggl. geniculi ist durch seine intraosseäre Lage im Canalis facialis schwerer zu erreichen als das Ggl. vestibulare. Aus diesem Grund ist es notwendig, mit Hammer und Meißel bzw. der Größe des Präparates entsprechend mit feineren zugeschliffenen Schraubenziehern im rostro-dorsalen Winkel des Porus acusticus internus auf horizontaler Ebene nach lateral diesen weiter zu eröffnen. Sobald das Fazialisknie erreicht ist, kann der N. facialis mit dem Ggl. geniculi mit Hilfe eines scharfen Löffels oder mit dem Skalpell entnommen werden. Die Schwierigkeit liegt hierbei nicht im Auffinden des Ganglions, wobei man sich am Verlauf des N. facialis orientiert, sondern in der Technik des Aufmeißelns des Canalis facialis. Am besten gelingt die Entnahme des Ganglions, wenn das zu untersuchende Präparat von einer Hilfsperson gehalten wird, während die 2. Person den Meißel bzw.

den Schraubenzieher ansetzt. Der Versuch, das Präparat im Schraubstock zu fixieren, mißlang meistens, weil der nötige Gegendruck nicht gegeben war, das Präparat verrutschte oder der Meißel abglitt, so daß die in den Porus acusticus internus ziehenden Nerven zerstört wurden.

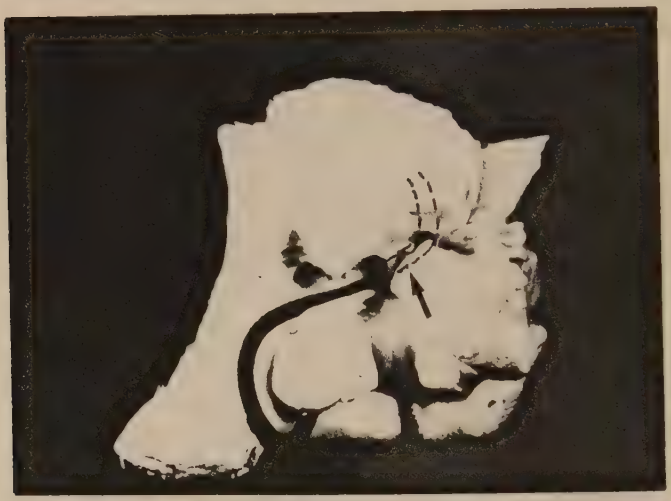

Abb. 4: Linkes Felsenbein eines Pferdes, Bulla tympanica entfernt. Ansicht von lateral, 2,5 x nat.Gr. Der Pfeil weist auf das Fazialisknie hin, die schwarze Markierung stellt den Verlauf des N. facialis dar.

Sehr gute Ergebnisse wurden auch mit Hilfe einer Kreissäge erzielt wie sie für Goldschmiedearbeiten verwendet werden. Der Durchmesser des Sägeblattes betrug dabei ca. 10 mm. Dieses Gerät ist besonders für kleinere Hunderassen und Katzen geeignet, da im

Gegensatz zum Meißelvorgang eine exakte Schnittführung möglich wäre. Beim Pferd mußte wegen der Härte des Felsenbeines sogar mit einem Diamantsägeblatt gearbeitet werden. Hier jedoch sind wie auch beim Rind die Größenverhältnisse des Porus acusticus internus und der Nerven mit ihren Ganglien sehr viel übersichtlicher, so daß man mit der Meißeltechnik gut zurecht kommt.

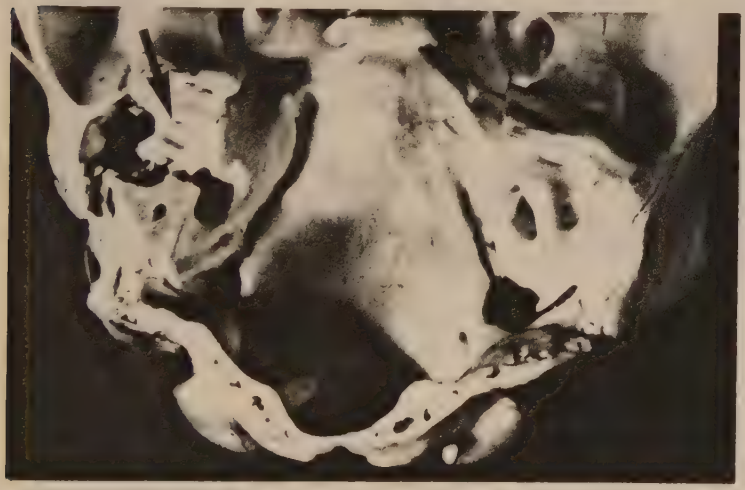

Abb. 5: Katzenschädel, Ansicht von kaudo-dorsal, 5 x nat.Gr. Durch horizontales Abtragen der linken Seite wird die Lage der Erweiterung (Pfeil) im Canalis facialis für das Ggl. geniculi deutlich gemacht.

Stichwortartige Sektionsanleitung für das Ggl. geniculi

1. Gehirnentnahme, Stümpfe des VII. und VIII. Gehirnnerven möglichst gehirnnah absetzen.
2. Fixieren in 5 %igem Formalin drei Tage lang.
3. Porus acusticus internus im rostro-dorsalen Winkel bis zum Fazialisknie horizontal aufmeißeln.
4. N. facialis mit Ggl. geniculi herausschälen.

2.3. Ggl. spirale cochleae

Um das Ggl. spirale cochleae zu entnehmen, soll die Schnecke als Ganzes aus dem Felsenbein herauspräpariert werden bzw. es muß ein Zugang zur Schnecke geschaffen werden.

2.3.1. Hund (Abb. 6;7;8)

Nach der Entnahme des Gehirns wie diese auch für die Darstellung des Ggl. vestibulare bzw. geniculi Voraussetzung war, wird der Kopf in der Medianen durchgesägt. Es folgt die drei Tage andauernde Fixierung. Nach ausreichender Wässerung des Präparates wird die Kopfhälfte lateral hingelegt und die Säge im Winkel von etwa 30° auf die Schädelbasis, den unteren Rand des Porus acusticus internus tangierend, geführt. Der Zugang zur Schnecke ist somit von ventral gegeben, während sie dorsal noch im Felsenbein gelagert ist. Parallel zum ersten Sägeschnitt folgt nun ein zweiter: die Dicke der Scheibe, die dabei heraus gesägt wird, richtet sich nach der Größe des Tieres und sollte für jede hier unter-

suchte Tierart mindestens 4 - 5 mm betragen. Das überflüssige Knochengewebe wird dann entfernt, um das möglichst kleine Präparat anschließend in die Entkalkungslösung zu legen.

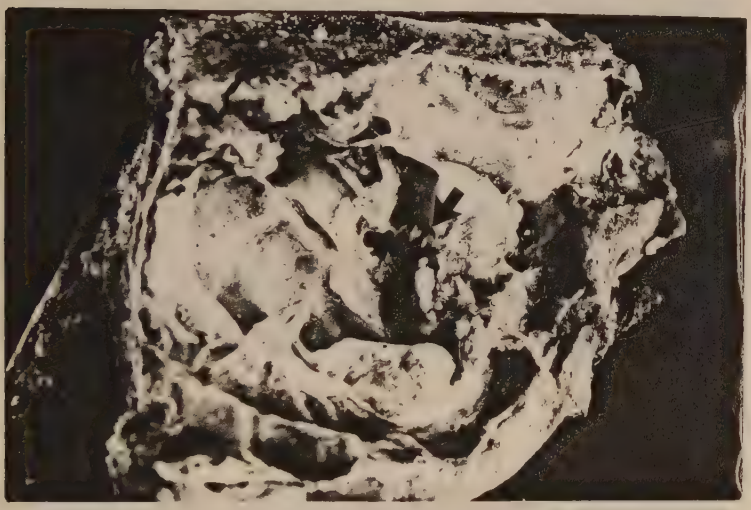

Abb. 6: Linke Kopfhälfte eines Hundes, Ansicht von medial, 2 x nat.Gr. Pfeil deutet auf die Cochlea.

2.3.2. Katze (Abb. 9)

Für die Katze gestaltet sich die Sektion der Cochlea folgendermaßen: nachdem der Kopf wie beim Hund vorbehandelt worden ist, wird er lateral hingelegt und zur Schädelbasis in einem nach kaudal offenen Winkel von ca. 50° die Säge geführt. Die weitere Sektionstechnik ist wie beim Hund.

Abb. 7: Medianschnitt, nat.Gr.
Medialansicht der linken Hälfte eines Hundeschädels.
Der Pfeil deutet auf den Porus acusticus internus.

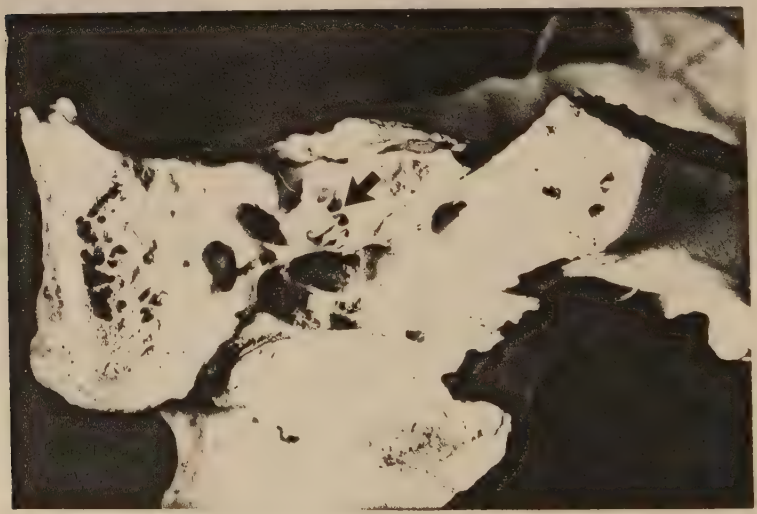

Abb. 8: Linke Hälfte desselben Hundeschädels, 4 x nat.Gr.
Vorderer Teil, Ansicht von kaudoventral; Schnittfläche der Abb. 7 ist dargestellt; der Pfeil deutet auf die Cochlea.

Abb. 9: Linke Hälfte eines Katzenschädels, Ansicht von ventral, 4 x nat.Gr. Dargestellt ist die Schnittfläche mit der Cochlea (Pfeil).

2.3.3. Pferd (Abb. 10;11;12;13;14)

Beim Pferd verläuft die Entnahme der Cochlea im Prinzip wie beim Hund, nur wird hier der Schnitt in einem Winkel von ca. 45° auf die Schädelbasis und parallel zum Processus muscularis (Pfeil) geführt. Der erste Schnitt führt dabei tangential am unteren Rand des Porus acusticus internus, der zweite parallel zum ersten, am oberen Rand des Porus acusticus internus vorbei.

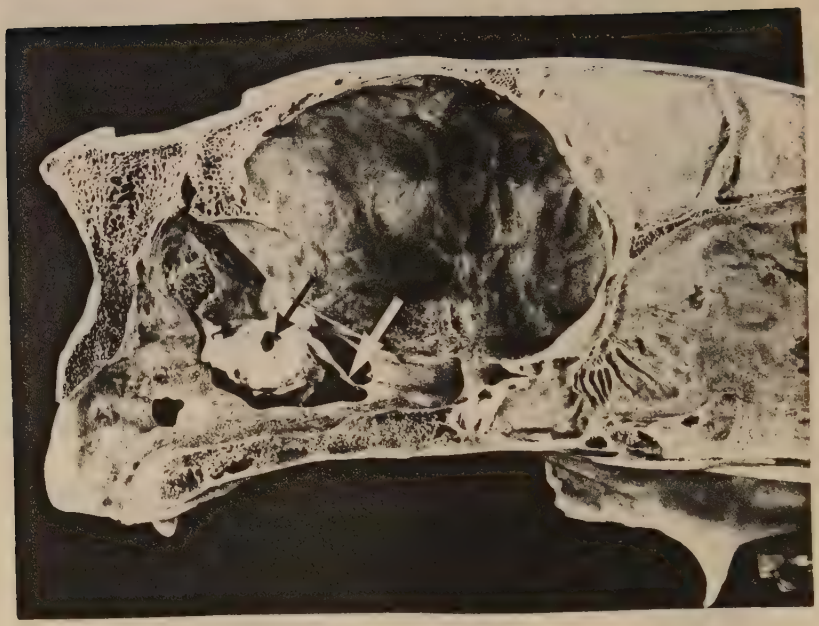

Abb. 10: Linke Hälfte eines Pferdeschädels, Ansicht von medial, 1/3 nat.Gr. Dicker Pfeil weist auf den Processus muscularis hin, der dünne Pfeil auf den Porus acusticus internus.

Abb. 11: Linke Hälfte eines Pferdeschädels, Ansicht von medial, 1/2 nat.Gr. Bei dieser Schnittführung ist die Cochlea angeschnitten, vergleiche auch Abb. 12. Die schwarzen Linien parallel zum Sägeschnitt zeigen die Schnittführung, um die gesamte Cochlea zu entnehmen. Der Pfeil deutet auf den Processus muscularis.

Abb. 12: Linke Hälfte eines Pferdeschädels, Ansicht von kaudoventral, 2 x nat.Gr. Schnittfläche der Abb. 11 ist dargestellt; Pfeil deutet auf die Cochlea.

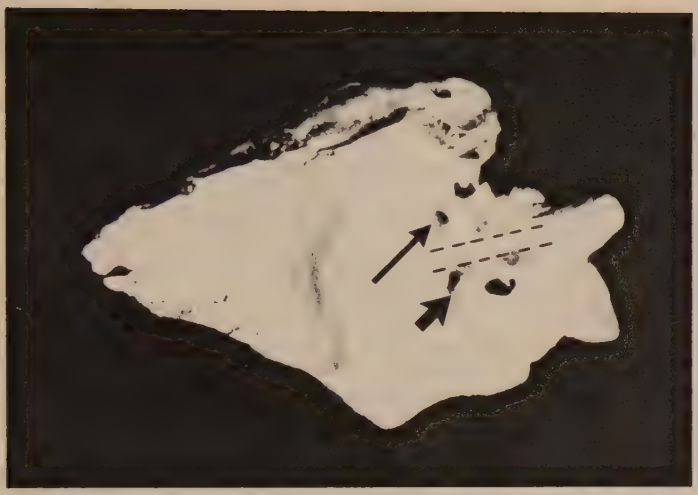

Abb. 13: Linkes Felsenbein Pferd, Ansicht von medial, 2 x nat.Gr. Die Schnecke ist von medial angeschliffen. Der dünne Pfeil weist auf den Introitus canalis facialis hin, der dicke Pfeil auf die Area cochlea, die schwarze Markierung zeigt die Schneckenachse an.

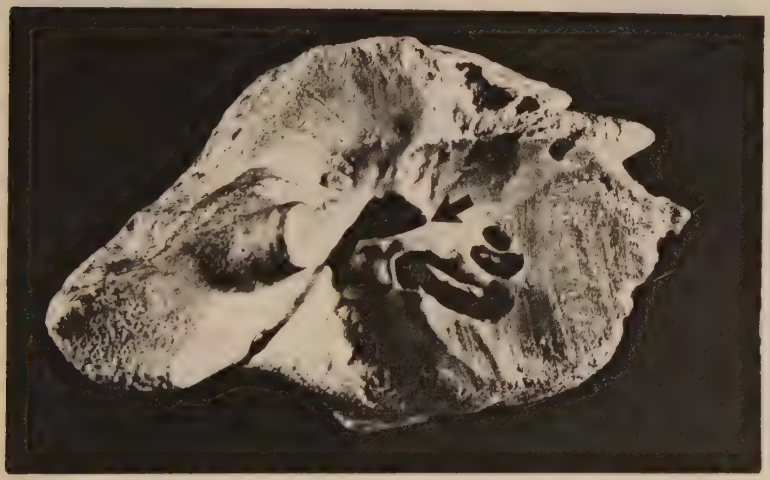

Abb. 14: Rechtes Felsenbein Pferd, Ansicht von lateral, 3 x nat.Gr. Bulla tympanica entfernt; die Schnecke ist von lateral angeschliffen; der Pfeil deutet auf die Fenestra ovalis hin.

2.3.4. Rind (Abb. 15)

Auch beim Rind ergibt sich im Vergleich zu den vorher erwähnten Tieren kein wesentlicher Unterschied hinsichtlich der Entnahme-Technik der Cochlea. Der Kopf wird wie bei Hund, Katze und Pferd schon beschrieben, vorbereitet, lateral hingelegt und in einem Winkel von ca. 35° zur Schädelbasis hin gesägt. Die Schnittlinie soll wie beim Pferd den unteren Rand des Porus acusticus internus tangieren.

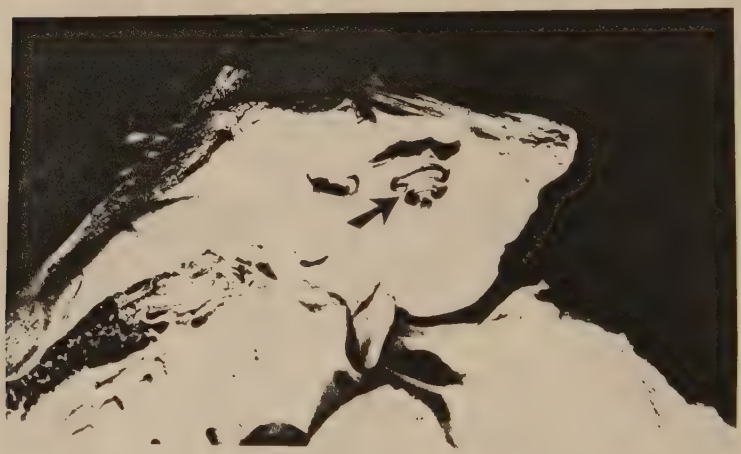

Abb. 15: Linkes Felsenbein eines Rindes, 3 x nat.Gr. Bulla tympanica entfernt, Ansicht von ventral; der Pfeil deutet auf die Cochlea hin.

2.3.5. Schwein (Abb. 16;17)

Für das Schwein ergibt sich hinsichtlich der Sektionstechnik der Cochlea insofern ein wesentlicher Unterschied, als daß das Felsenbein mit seiner Umgebung nur lose verbunden ist und ohne Mühe von der Schädelhöhle aus von seiner Umgebung abgehebelt werden kann (ALEXANDER und FISCHER, 1925). Anschließend empfiehlt es sich, das Felsenbein in einen Schraubstock zu klemmen und gemäß dem Verlauf der Crista transversa zu sägen. Ein zweiter Schnitt wird parallel dazu gesetzt, den unteren Rand des Porus acusticus internus tangierend. Um sich das Sägen zu ersparen besteht beim Ferkel wegen der geringen Größe des Felsenbeins und damit auch kurzer Entkalkungszeit (ca. 14 Tage) noch die Möglichkeit nach ECKERT-MÖBIUS (1926) das Felsenbein erst zu entkalken und anschließend zu schneiden. Beim Schwein stellt sich der Modiolus als stumpfförmiger Kegel dar.

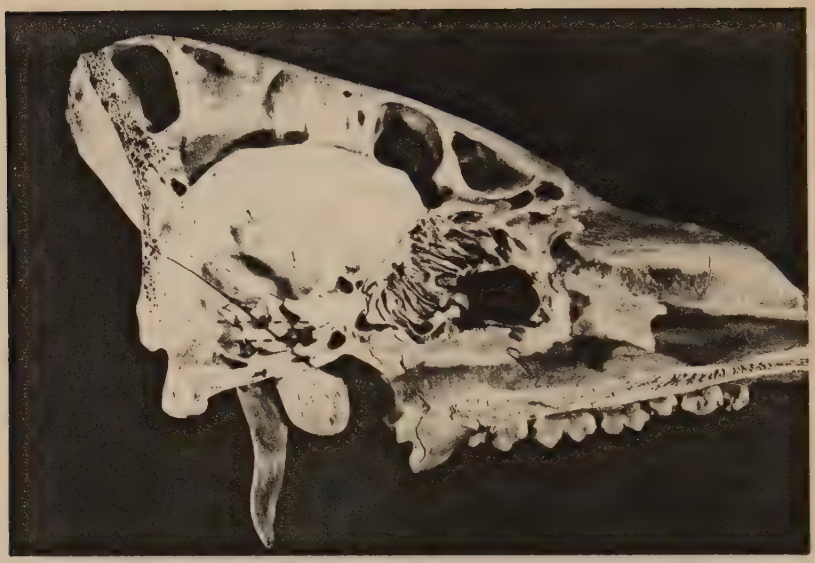

Abb. 16: Linke Hälfte eines Schweineschädels, Ansicht von medial, 2/3 nat.Gr. Die schwarze Markierung deutet die zwei Sägeschnitte am herausgelösten Felsenbein an.

Abb. 17: Linkes Felsenbein Schwein, Ansicht von ventral, 5 x nat.Gr. Die schwarze Markierung deutet die Schnitte an, um die Cochlea zu entnehmen.

Stichwortartige Sektionsanleitung für die Cochlea

(Abb. 18;19;20;21)

1. Durchsägen des Kopfes in der Medianen.
2. Gehirnentnahme.
3. Eröffnen der Bulla tympanica.
4. Fixieren in 5 %igem Formalin drei Tage lang.
5. Kopf lateral ablegen.

5.1. HUND: im Winkel von ca. 30° zur Schädelbasis, den unteren Rand des Porus acusticus internus tangierend, sägen.

5.2. KATZE: im Winkel von ca. 50° zur Schädelbasis, den kaudo-basalen Rand des Porus acusticus internus tangierend, sägen.

5.3. PFERD: im Winkel von ca. 45° zur Schädelbasis, den unteren Rand des Porus acusticus internus tangierend, sägen.

5.4. RIND: im Winkel von ca. 35° zur Schädelbasis, den unteren Rand des Porus acusticus internus tangierend, sägen.

6. Parallelschnitt, ca. 4 mm rostral anlegen.
7. Präparat möglichst klein zurechtschneiden, ohne die Schnecke zu verletzen.

Abb. 18 Schematische Darstellung - Medianschnitt; Medialansicht der linken Hälfte eines Hundeschädels. Der Pfeil weist auf den Porus acusticus internus, der Winkel gibt die erforderliche Schnittführung an zur Entnahme der Cochlea

Abb. 19 Schematische Darstellung - Medianschnitt
Medialansicht der linken Hälfte eines Katzenschädels
Der Pfeil weist auf den Porus acusticus internus,
der Winkel gibt die erforderliche Schnittführung an
zur Entnahme der Cochlea

Abb. 20 Schematische Darstellung - Medianschnitt
Medialansicht der linken Hälfte eines Pferdeschädels
Der Pfeil weist auf den Porus acusticus internus,
der Winkel gibt die erforderliche Schnittführung an
zur Entnahme der Cochlea

Abb. 21 Schematische Darstellung - Medianschnitt
Medialansicht der linken Hälfte eines Kinderschädels
Der Pfeil weist auf den Porus acusticus internus,
der Winkel gibt die erforderliche Schnittführung an
zur Entnahme der Cochlea

V. DISKUSSION

1. Ggl. vestibulare

Hinsichtlich der Vorbehandlungen des Präparates werden in dieser Arbeit keine Veränderungen gegenüber der Methode von ALEXANDER (1901) getroffen. D.h. der N. intermediofacialis und N. vestibulocochlearis werden möglichst gehirnnah durchtrennt; anschließend erfolgt wie auch bei YOSHII (1909) und ECKERT-MÖBIUS (1926) die Fixierung. Die weitere Präparationsanleitung, die in dieser Arbeit entwickelt wurde, unterscheidet sich von den bisher erwähnten im wesentlichen dadurch, daß auf eine Entkalkung des Felsenbeins verzichtet wird. Daraus ergibt sich ein zeitlicher Gewinn, der eine rasche histologische Untersuchung erlaubt. Mit diesem verbesserten Sektionsprogramm ist es möglich, das Ggl. vestibulare in einer für eine sinnvolle Diagnostik erforderlichen Zeitspanne zu präparieren. Allerdings erlaubt diese Methodik nicht, einen genauen Verlauf des N. vestibularis darzustellen bzw. wie ARNOLD (1831), VALENTIN (1839), KRAUSE (1876) und CANNIEU (1894), den Nervenfaserzug, der sich vom Ggl. vestibulare zum Ggl. geniculi verfolgen läßt, zu präparieren. Zweck dieser Arbeit war es jedoch, eine routinemäßige Sektionstechnik zu entwickeln. Es ist demzufolge auch nicht nötig, wie WITTMAACK (1904) beschreibt, die obere Wand des inneren Gehörganges

zu entfernen, da man mittels eines scharfen Löffels ohne Schwierigkeiten das Ggl. vestibulare erreichen kann. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei ein tiefes Eindringen mit dem Löffel, d.h. bis zu den feinen Knochenkanälen, durch die der N. vestibularis zum Innenohr zieht. Ein gewisses Hindernis liegt allerdings im stumpfen Trennen der VII. und VIII. Gehirnnerven, besonders bei den kleineren Tierspezies. Es erfordert Geduld und Fingerspitzengefühl und ein ausgewähltes Instrumentarium, wie feine Pinzetten und Klemmen.

2. Ggl. geniculi

Bei den Versuchen, das Ggl. geniculi für die histologische Diagnostik zu entnehmen wird in Übereinstimmung mit ALEXANDER und FISCHER (1925) der Porus acusticus internus grundsätzlich erst nach der Fixation des Präparates aufgemeißelt. Nach der hier entwickelten Methode ist eine Eröffnung der Bulla tympanica im Gegensatz zu der oben erwähnten Methode nicht erforderlich. Entgegen ALEXANDER und FISCHER (1925) erfolgt durch die bei der Sektion nicht zu umgehende Entnahme des Kleinhirns nach unseren Beobachtungen in der Regel keine Schädigung des Ggl. geniculi.

Auf die Schwierigkeit der Meißeltechnik wurde schon hingewiesen. Besonders bei den kleineren Tierspe - zies ist das Abtragen der oberen Wand des inneren

Gehörganges ein Vorgang, der handwerkliches Geschick und ein gefühlvolles Arbeiten erfordert. Es empfiehlt sich bei diesen Präparaten eine Kreissäge mit einem Sägeblatt von ca. 10 mm Durchmesser zu verwenden. Eine Hilfsperson ist zur Fixierung des Kopfes unerläßlich, da eine solche mit Hilfe eines Schraubstockes oder ähnlichen Gerätes wegen der Brüchigkeit des Präparates nicht möglich ist.

3. Ggl. spirale cochleae

Die Eröffnung der Schnecke für die histologische Untersuchung erfolgt gegenüber RANVIER (1865) und RETZIUS (1881/1884) nicht vor der Fixation, sondern übereinstimmend mit MANASSE (1917) erst danach. Nach der in dieser Arbeit entwickelten Methode wird jedoch entgegen MANASSE (1917) und ALAGNA (1909) das Felsenbein nicht als Ganzes entkalkt, vielmehr wird lediglich eine ca. 4 mm dicke Scheibe aus dem Felsenbein mit der darin liegenden Schnecke entkalkt. Ein solches Vorgehen verkürzt den Entkalkungsvorgang auf mindestens die Hälfte der bei der bisherigen Methode erforderlichen Zeit. Somit ist durch die Anwendung dieser Sektionstechnik ebenfalls eine bedeutend raschere Diagnoseführung möglich. Routinemäßigen Sektionen muß es vorbehalten bleiben, histologische Veränderungen am Ggl. spirale cochleae zu diagnostizieren. Dies konsequent über mehrere

Jahre durchgeführt, könnte dazu führen, daß man bei der Auswertung der neuropathologischen Befunde jederzeit differentialdiagnostisch abklären kann, um welche Art von Defekten (viral, bakteriell bzw hereditär) es sich handelt. Auf diese Weise liessen sich insbesondere Probleme viraler (Herpes) wie bakterieller (Listerien) Infektionen allmählich weiter aufschließen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Für Rind, Pferd, Schwein, Hund und Katze wird eine routinemäßige Sektionsanleitung für die Ganglia vestibulare, geniculi und spirale cochleae entwikkelt. Die Sektionstechnik ist dabei nicht von altersspezifischen Kriterien abhängig.

Für das Ggl. vestibulare ergeben sich zunächst folgende Vorbehandlungen:

1. Gehirnentnahme, 2. Fixieren in 5 %igem Formalin für drei Tage, 3. Durchschneiden der Dura mater um den Porus acusticus internus.

Da der VII. und VIII. Gehirnnerv gemeinsam in den Porus acusticus internus ziehen, wird der N. intermediofacialis stumpf vom N. vestibulocochlearis getrennt. Im Anschluß daran wird das Ggl. vestibulare mit einem scharfen Löffel herausgeschält.

Um das Ggl. geniculi darzustellen wird der Porus acusticus internus im rostro-dorsalen Winkel bis zum Fazialisknie aufgemeißelt. Der Größe des Tieres entsprechend werden hierfür zugeschliffene Schraubenzieher oder Meißel verwendet.

Für die Entnahme der Cochlea muß der Kopf folgendermaßen vorbehandelt werden: 1. Gehirnentnahme, 2. Eröffnen der Bulla tympanica, 3. Fixieren in 5 %igem Formalin für drei Tage. Nach ausgiebiger Wässerung wird das Präparat lateral gelegt und in einem für jedes Tier spezifischen Winkel zur Schädelbasis gesägt. Der Winkel beträgt beim Hund 30°, beim

Pferd 45°, beim Rind 35° und bei der Katze 50°. Der Schnitt soll beim Pferd, Rind und Hund den unteren Rand, bei der Katze den kaudo-basalen Rand des Porus acusticus internus tangieren. Anschließend wird jeweils ein zweiter Schnitt parallel zum ersten im Abstand von ca. 4 mm (der Größe des Tieres entsprechend) gelegt. Die somit aus dem Felsenbein herausgesägte Scheibe enthält die Cochlea, zu der man von kaudoventral einen Zugang hat. Bevor die Knochenscheibe in Entkalkungslösung gelegt wird, sollte sie noch möglichst klein zugeschnitten werden.

Die Entnahme der Cochlea beim Schwein erfolgt am herausgelösten Felsenbein. Dieses wird, nachdem es ohne große Schwierigkeit aus der Schädelhöhle gehebelt worden ist, für drei Tage in 5 %igem Formalin fixiert, Anschließend wird ein Schnitt, wieder mit einer Metallsäge, gemäß dem Verlauf der Crista transversa, dann ein zweiter parallel zum ersten, den Porus acusticus internus tangierend, gelegt. Die Weiterverarbeitung der Cochlea erfolgt durch 14-tägige Entkalkung.

VII. SUMMARY

Development of an Autopsy technique for the Internal Ear of Domestic Mammals to Demonstrate the Vestibular, Geniculate Ganglia and Cochlear Spiral

Directions for routine autopsy of the vestibular, geniculate and cochlear spiral in cattle, horses, pigs, dogs and cats have been established. The technique is not governed by age-specific criteria. The following pretreatments are applied for the vestibular ganglion:
1. Remove the brain, 2. Fix in 5 % formalin for three days, 3. Cut through the dura mater around the internal acoustic pore. Since the VII and VIII cranial nerves run together in the internal acoustic pore, the intermediate facial nerve is severed bluntly from the vestibulocochlear nerve. Then scoop out the vestibular ganglion with a sharp spoon.
To demonstrate the geniculate ganglion, the internal acoustic pore in the rostro-dorsal angle is chiseled open up to the curve of the facial nerve. Specially ground screwdrivers or chisels appropriate to the size of the animal should be used.
To remove the cochlear, the head must be pretreated as follows: 1. Remove the brain, 2. Open the bulla tympanica, 3. Fix in 5 % formalin for three days.

After copious washing in water, the specimen is laid laterally and sawn at an angle to the base of the skull specific for each animal. This angle is 30° for dogs, 45° for horses, 35° for cattle and 50° for cats. In horses, cattle and dogs, the cut runs along the lower margin, and in cats the caudo-basal margin of the internal acoustic pore. A second cut is then made parallel to and at a distance of approx. 4 mm from the first (appropriate to the size of the animal). The disk thus excised from the petrous bone contains the cochlea, to which access can be gained from caudoventral direction. Before the disk of bone is placed in decalcification solution, it should be cut to the smallest possible size.

In the pig, the cochlea is removed from the excised petrous bone. After the petrous bone has been levered out without great difficulty from the cranial cavity, it is fixed for three days in 5 % formalin. After this time, a cut is made, again with a metal saw, following the course of the transverse crest, then a second cut parallel to the first, along the internal acoustic pore. Further treatment of the cochlea consists in 14 days' decalcification.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

ALAGNA, G.: Beitrag zur normalen und pathologischen Histologie der Ganglien des Akustikus, Z.f.Ohrenheilkunde u.f.d.Krankheiten der Luftwege 59,347-367 (1909)

ALEXANDER, G.: Zur Anatomie des Ggl. vestibulare der Säugethiere,Arch.f.Ohren-,Nasen-und Kehlkopfheilkunde 51,109-125 (1901)

ALEXANDER, G. und J. FISCHER: Präparationstechnik des Gehörorgans mit Berücksichtigung des Nachbargebietes,Verlag Urban & Schwarzenberg Berlin-Wien (1925)

ARNOLD, F.: Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen, in anatomischer und physiologischer Hinsicht,Verlag Groos Heidelberg-Leipzig (1831)

BLAUCH, B. und A.C. STRAFUSS: Histologic relationship of the facial (7^{th}) and vestibulocochlear (8^{th}) cranial nerves within the petrosus bone in the dog,Amer.J.vet.Res. 35, 481-486 (1974)

BOSHER, S.K. und C.S. HALLPIKE: Observations on the histological features, development and pathogenesis of the inner ear degeneration of the deaf white cat,Proc.R.Soc. (Biol) Series B 162,147-17o (1965)

BOVERO, A.: Über die feinere Struktur und die Verbindungen des Ggl. vestibulare des N. acusticus,Int.Zbl.f.Ohrenheilkunde 12,145-146 (1914)

CANNIEU, A.: Recherches sur le nerf auditif, ses rameaux et ses ganglions,Rev.Laryng. T.XIV Paris (1894)

COHRS, P.: Die Cochlea der Haussäugetiere Diss.med.vet. Leipzig (1923)

COHRS, P.: Studien zur normalen und pathologischen Anatomie des inneren Gehörorgans vom Pferd, Arch.f.Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 118,1-63 Verlag Vogel Leipzig (1928)

DENKER, A.: Das Gehörorgan der Säugetiere. Nach Korrosionspräparaten und Knochenschnitten Diss.med.vet. Leipzig (1899)

ECKERT-MÖBIUS, A.: in Handbuch der spez. path. Anatomie und Histologie 12,1-101 Verlag Hencke-Lubarsch Berlin (1926)

ELLENBERGER, W. und H. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere,18. Auflage Verlag Springer (1943)

FLOURENS, P.: Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés, 2. Auflage Paris (1842)

HENLE, J.: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen Bd. II (1873)

HORBACZEWSKI, J.: Über den N. vestibuli, Sitz.-Ber.d.Kais.Akad.d.Wissensch., mathem.-naturw. Klasse 71,3.Abth. Wien (1875)

HYRTL, J.: Handbuch der praktischen Zergliederungskunst, Verlag Braumüller Wien (1860)

HYRTL, J.: Vergleichende anatomische Untersuchungen über das innere und mittlere Gehörorgan des Menschen und der Säugetiere, Prag (1845) und Med.Jahrbücher d.österr.Kaiserstaates (1843)

KRAUSE, C.F.T.: Allgemeine uns mikroskopische Anatomie, Verlag Hahn Hannover (1876)

MANASSE, P., K. GRÜNBERG und W. LANGE: Handbuch der pathologischen Anatomie des menschlichen Ohres. Ohrenheilkunde der Gegenwart und ihre Grenzgebiete, Verlag Körner Wiesbaden (1917)

NICKEL, R., A. SCHUMMER und K.H. WILLE in "NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE": Lehrbuch der Anatomie der Haustiere I, Verlag Parey Berlin-Hamburg (1977)

QUAIN, J.: Quain's Anatomy, seventh edition, edited by W. Sharpey, A. Thomson and J. Cleland 2, 758 Verlag Walton London (1867)

RANVIER, L.A.: Considérations sur le développement du tissu osseux et sur les lésions élémentaires des cartilages et des os, Verlag Delahaye (1865)

RETZIUS, G.: Das Gehörorgan der Wirbeltiere I u. II Verlag Samson und Wallin Stockholm (1881/1884)

SEIFERLE, E. in"NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE": Lehrbuch der Anatomie der Haustiere IV Verlag Parey Berlin-Hamburg (1975)

VALENTIN, G.: Über die Scheiden der Ganglienkugeln und deren Fortsetzungen, Arch.f.Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin

WITTMAACK, K.: Über Markscheidendarstellung und den Nachweis von Markhüllen der Ganglienzellen im Acusticus, Arch.f.Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 61 18 (1904)

YOSHII, U.: Experimentelle Untersuchungen über die Schädigungen des Gehörorgans durch Schalleinwirkung, Z.f.Ohrenheilkunde 58 201-251 (1909)

Lebenslauf

Am 9.6.1955 wurde ich, Sabine Cüppers, als viertes von sechs Kindern des Dr.med.Herbert Cüppers und seiner Ehefrau Gertrud, geborene Stoll, in Köln geboren.
Von 1962 bis 1966 besuchte ich die kath.Volksschule in Köln, anschließend von 1966 bis 1974 das neusprachliche Mädchengymnasium (Liebfrauenschule).
Am 18.6.1974 bestand ich mein Abitur.
Von 1974 bis 1977 arbeitete ich gelegentlich auf der Rennbahn in Köln, im Krankenhaus, im Kaufhof und in einem Lederwarengeschäft.
Im Wintersemester 1977/1978 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität.
Am 7.8.1978 starb mein Vater.
Am 20.1.1983 bestand ich das Staatsexamen, die Approbation wurde mir am 18.2.1983 erteilt.
Mit der vorliegenden Arbeit begann ich im April 1983.

Herrn Professor Dr. E. Dahme danke ich für die Überlassung des Themas und für die Hilfe bei der Ausarbeitung der Fragen und Bilder.
Herrn Professor Dr. H.E. König möchte ich ganz herzlich für die Betreuung und die Zeit danken, die er mir insbesondere hinsichtlich der Erstellung der Photos geopfert hat.
Den med.techn. Assistentinnen Frau Czich, Frau Soellner und Frl. Kallweit danke ich für die umfangreichen Hilfeleistungen.
Dem neuropathologischen Institut möchte ich noch einmal meinen Dank aussprechen für das angenehme Arbeitsklima.
Frl. Frank und Herrn Pietrulla danke ich für die Hilfe bei der Erstellung der Zeichnungen.